

CAÑA COMÚN (*Arundo donax* L.): Cultivo energético para biocombustibles sólidos

M^a Dolores Curt, Marina Sanz y Jesús Fernández

INTRODUCCIÓN

La caña de común (*Arundo donax* L.) es una especie herbácea perenne de la familia de las gramíneas de gran talla (4-6 m de altura), que es ampliamente conocida por agricultores y horticultores. Aunque desde el punto de vista botánico su origen es incierto, su distribución actual es casi cosmopolita debido fundamentalmente a los múltiples usos que tienen tanto las masas vegetales de esta especie como sus cañas. Entre sus usos tradicionales destacan la formación de barreras cortaviento, aprovechamiento para forraje, fijación de terrenos, preparación de tutores, estaquillas, emparados y sistemas de sombreado, confección de utensilios agrícolas, instrumentos musicales y piezas de artesanía, entre otros. En nuestro país es muy corriente encontrarla formando masas naturales, compactas y más o menos aisladas (Figura 1), desde Galicia a las Islas Canarias, y con mucha frecuencia, en áreas de capa freática alta, o próximas a cursos de agua.

El carácter perenne de la especie se debe a que en la parte subterránea de la planta, y próximos a la superficie del terreno, se desarrollan gruesos rizomas. Estos rizomas tienen un cierto aspecto retorcido; son carnosos, crecen horizontalmente y forman masas compactas de las que surgen raíces fibrosas que penetran en profundidad en el terreno (Figura 2). De los rizomas brotan vigorosamente numerosos vástagos al inicio de la primavera, aunque la emergencia puede darse también de forma progresiva durante toda la época de crecimiento vegetativo. El ciclo anual de crecimiento se extiende aproximadamente desde Marzo-Abril a Septiembre-Octubre; después, sobreviene una etapa de reposo invernal, hasta que al inicio de la

Figura 1. Colonia silvestre de caña común en la provincia de Cáceres.



siguiente primavera, vuelven a emerger nuevos vástagos a expensas de las reservas para iniciar otro ciclo de desarrollo anual.

El hábito de crecimiento de la caña común es muy característico, gracias al desarrollo sucesivo de vástagos a partir de los rizomas, que dan lugar a agrupaciones muy densas y altas de tallos. Los tallos maduros son fuertes, erguidos, de hasta 4 cm de diámetro y 4-6 m de altura, aproximadamente. Como indica el nombre vulgar de la especie, son de tipo 'caña', en la que se distinguen a simple vista nudos y entrenudos; los entrenudos en su interior están huecos. Típicamente cada nudo desarrolla una hoja más o menos coriácea o membranosa, de 30-70 cm de largo y 5-8 cm de ancho, con un mechón de pelos en la base. El período de floración coincide con el final del verano (agosto a noviembre); desarrolla una inflorescencia terminal de unos 30-60 cm de largo de aspecto plumoso, que no da lugar a semillas viables; por ello su modo de propagación natural es asexual.

La caña común reúne características muy interesantes que la han situado en el punto de mira de los in-

vestigadores del área de la biomasa desde la década de 1990; conviene señalar que en el área de la biomasa, cuando se refiere a este cultivo energético, se le suele denominar 'arundo', haciendo referencia al género botánico al que pertenece. Entre las características a destacar, se puede mencionar en primer lugar el hecho de que es una planta perenne con ciclo de desarrollo anual, lo que permite cosechar todos los años la biomasa aérea producida a lo largo del ciclo anual, sin necesidad de tener que implantar el cultivo nada más que el primer año. Otras importantes características son su extraordinaria rusticidad, adaptación a condiciones edafoclimáticas muy diversas y alta productividad en biomasa. La biomasa que produce es de tipo lignocelulósico, de aplicación para la producción de biocombustibles sólidos para usos térmicos o para la producción de biocarburantes avanzados, también denominados biocarburantes de segunda generación. También es de utilidad para la producción de tableros o prensados y papel. Por todas estas razones, ha sido, y continúa siendo, el objeto de numerosas investigaciones, que permiten calificar a la caña común como un promotor de cultivo energético.

Como se sabe, la biomasa es la energía renovable por excelencia, utilizada por el hombre desde el inicio de la humanidad. En un principio -y todavía en la actualidad en comunidades en vías de desarrollo- se recolectaba de masas vegetales naturales para su utilización energética, al igual que también de masas naturales se recolectaban productos para la alimentación humana. La orientación moderna de la biomasa es la de producirla ex profeso mediante cultivos energéticos, ya sean leñosos o herbáceos. A este respecto, la Directiva 2009/28/CE relativa al fomento de uso de energía procedente de fuentes renovables (Directiva de Energías Renovables, o Dir. RES), supone una importante promoción de la utilización energética de la biomasa. Establece objetivos mínimos nacionales obligatorios en relación con la cuota de energía procedente de energías renovables en el consumo final bruto de energía de 2020, que en el caso de España deberá ser del 20%, y con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el transporte, cuyo objetivo es del 10%. Es por tanto de esperar que, con este marco, los cultivos energéticos sean una realidad agrícola en España, y lleguen a ser tan habituales como otros cultivos industriales que antaño no estaban desarrollados en nuestro país, y en cambio, ahora tienen carácter extensivo.

Tabla 1. Valores típicos de la caña común cultivada en condiciones hídricas no limitantes para la producción de biomasa (año de producción).

Parámetro	Valores típicos
Productividad en biomasa	22-37 t materia seca/ha
Proporción de tallos en cosecha	70-80% sobre peso seco
Caracterización energética de la biomasa para su uso como biocombustible sólido	17.5-18.3 MJ/Kg poder calorífico superior; 74-76% materiales volátiles, 15-20% carbono fijo, 4-7% cenizas.

El Grupo de Agroenergética de la Universidad Politécnica de Madrid (GA-UPM) tiene entre sus líneas prioritarias de investigación, la del desarrollo de cultivos energéticos específicos, es decir, cultivos alternativos que no compitan con cultivos tradicionales dedicados al sector agroalimentario. Uno de los cultivos sobre los que investiga el GA-UPM, es la caña común. En este artículo se hace una reseña breve de las principales experiencias del GA-UPM sobre el cultivo de la caña común para la producción de biomasa. Para los aspectos relacionados con su fitotecnia y sus aplicaciones, se remite a los lectores a la Hoja Divulgadora Núm 2129 del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (año 2009, 34 páginas), dedicada en exclusividad a la descripción del cultivo energético de la caña común, caracterización de la biomasa y aplicaciones energéticas.

ANTECEDENTES DEL GA-UPM SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LA CAÑA COMÚN

Los primeros ensayos sobre arundo como cultivo de interés energético se iniciaron al final de la década de 1980, y desde entonces se han llevado a cabo varios proyectos de investigación sobre el tema, de los que se ha dado cuenta en diversos medios científicos y de divulgación.

Dos hitos muy significativos para el conocimiento del potencial de esta especie para la producción de biomasa, fueron la participación del GA-UPM en dos proyectos europeos ('Arundo network' FAIR CT96-2028 y 'Bioenergy chains' ENK5-CT-2001-00524), en los que se estudió distintos aspectos del manejo del cultivo, se definió su fitotecnia, y se determinó la productividad potencial en biomasa de clones de diferente procedencia. En esos proyectos el cultivo se llevó a cabo en regadío, siguiendo la indicación de que la especie, cuando crece silvestre, muestra preferencia por suelos húmedos. En condiciones de regadío, y a partir de que el cultivo está bien implantado (2º año), se vio que puede rendir incluso 100 t de biomasa (materia fresca) por hectárea y año, en un único corte

realiza-
do al final de
la época inver-
nal (febrero).
El contenido
en materia
seca es del 50-
60%, y las
cañas despro-
vistas de hojas
suponen entre
el 70-90% de
la biomasa aé-
rea (base seca).
Entre otros as-
pectos, en el



Figura 2. Detalle del rizoma de la caña común.

primer proyecto se estudió el efecto del 'ecotipo o variedad' -propriadamente dicho, del clon, dado que la propagación de la especie es asexual- con clones de distinta procedencia (Grecia, Italia, Francia, España). Se vio que la productividad en biomasa aumenta del primer al segundo año de cultivo a consecuencia de un aumento significativo en la densidad de tallos; también observó la existencia de diferencias en su aptitud productiva, observándose un rango de 30-56 t dm/ha/año, en la cosecha del tercer año. En el segundo de los proyectos antes indicados, se pretendió escalar el cultivo, es decir, pasar de microparcelas (12-30 m²/clon/repetición) a estudiar su comportamiento en plantaciones a mayor escala (0.5 a 10 ha de superficie). Entre otros objetivos, se analizó el efecto de la frecuencia del corte. Se determinó que en términos de producción anual, era más adecuado cortar una única vez al año (febrero) que cada dos años.

En las experiencias realizadas por el GA-UPM, se constató que el cultivo del arundo, una vez establecido, soporta las condiciones de secano de la zona central de España. La plantación de diez clones realizada en Madrid en febrero de 1997, siguiendo la guía de trabajo general establecido para el proyecto 'Arundo network', se mantuvo en condiciones de regadío hasta 2001 incluido; pero desde 2002 la plantación se ha mantenido prácticamente sin cuidados, en condiciones de secano. En la primera evaluación de la productividad (febrero de 2005) realizada en el cultivo de arundo en secano se obtuvieron rendimientos totales equivalentes a 24 a 88 t m.s./ha (tres años, ensayos en microparcelas), que anualizados darían un potencial de 8-30 t m.s./ha/año.

Las características de la biomasa de la caña común

como biocom-
bustible sólido
también fueron
estudiadas en el

marco del proyecto Bioenergy Chains. Lo mismo que ocurre con otros biocombustibles sólidos herbáceos, su calidad es algo inferior a la del biocombustible sólido de referencia (madera sin corteza). Este tipo de biomasas herbáceas poseen generalmente contenidos más altos en cenizas (implica mayor frecuencia de remoción de cenizas en las calderas), silicio, potasio y calcio (elementos que influyen en la formación de depósitos o escorias) y cloro, azufre y nitrógeno (elementos que afectan a las emisiones gaseosas). Sin embargo, los posibles inconvenientes que pudiera conllevar su utilización para aplicaciones térmicas se pueden soslayar fácilmente a través de medidas operacionales en la cámara de combustión, adición de aditivos y co-combustión con otros combustibles (maderas, carbón). En cuanto a su poder calorífico, aunque un poco más bajo, es comparable al del biocombustible estándar.

Figura 3. Emergencia de vástagos tras la implantación por rizomas de caña común.



EXPERIENCIAS DEL GA-UPM EN CURSO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LA CAÑA COMÚN

En 2007, y para un nuevo proyecto de investigación específico de cultivos energéticos (Proyecto Singular y Estratégico para el desarrollo, demostración y evaluación de la viabilidad de la producción de energía en España partir de biomasa de cultivos energéticos, conocido por su acrónimo PSE-On Cultivos), se propuso el establecimiento de una plantación de caña común de 11.000 m² en la finca 'El Encín', término municipal de Alcalá

de Henares (Madrid), con la colaboración de IMIDRA (Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario). El material vegetal para dicha plantación procedió de la colección de clones de caña común que mantiene el GA-ETSIAM en los Campos de Prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

La plantación comprende 9 parcelas (1 por clon) de dimensiones netas 110 m de longitud y 8 m de anchura (5 filas/clon) establecidas a partir de rizomas en líneas separadas entre sí 1,6 m con una separación de 1 m entre golpes. Desde que la plantación está en producción (a partir del segundo ciclo de desarrollo, como ocurre para cualquier otro cultivo energético herbáceo perenne) se evalúa la productividad en biomasa de cada clon, determinándose la densidad de tallos, altura máxima y mínima, contenido en humedad, peso fresco, peso seco y características energéticas. La producción en biomasa aérea oscila, dependiendo del clon, entre 25 y 54 t ms/ha/año en condiciones de regadío moderado, demostrando el gran potencial productivo de este cultivo. Con el objeto de realizar tareas de divulgación, está siendo visitada por investigadores, emprendedores y agricultores, sirviendo por tanto, además de para los objetivos específicos del Proyecto, para la demostración en directo del cultivo energético de la caña común. (Véase Figuras 3, 4 y 5).

NUEVAS ACTIVIDADES GA-UPM SOBRE LA CAÑA COMÚN COMO CULTIVO ENERGÉTICO

Dentro del séptimo Programa Marco (7EP) de la Comisión Europea se lanzó una convocatoria específica de proyectos de investigación en la modalidad de colaboración (entre instituciones de países de la Unión Europea) sobre gramíneas perennes para biomasa (KBBE.2011.3.1-02). La convocatoria se resolvió en septiembre 2011, y se decidió financiar un ambicioso proyecto de investigación de 4 años de duración, que comprende 21 instituciones de investigación –entre las que se encuentra el GA-UPM- de 10 países europeos y otros países como China, India y Argentina. El título del Proyecto es: *Optimización de gramíneas perennes para la producción de biomasa*, y su acrónimo OPTIMA. Está centrado en la producción de biomasa en la región me-

Figura 4. Plantación de caña común a los tres meses de su implantación.



Figura 5. Vista de la plantación GA-UPM de caña común en la finca El Encín (IMIDRA).



diterránea mediante cultivos energéticos alternativos, y entre otras gramíneas perennes, se propone una importante línea de trabajo sobre el cultivo de la caña común. Merece la pena destacar que, entre los objetivos a alcanzar para este cultivo en OPTIMA, se encuentran el desarrollo de técnicas de cultivo sostenibles, la evaluación del potencial del cultivo en condiciones de estrés hídrico y salinidad, y su evaluación energética y medioambiental. Se espera que, con el desarrollo de este Proyecto, se avance significativamente en el conocimiento del cultivo de la caña común para biomasa y se logre la promoción definitiva del mismo en el área Mediterránea.